

# 东天山土屋斑岩铜矿绿泥石地球化学特征与勘查意义

肖兵, 陈华勇\*

(中国科学院 广州地球化学研究所 中国科学院矿物学与成矿学重点实验室, 广东 广州 510640)

随着地表的矿产资源日益开发, 隐伏矿床的勘查显得越来越重要。对于覆盖区矿床, 特别是深部隐伏矿床, 传统的找矿方法有时效果并不显著。因此, 需要更有效的方法来提高隐伏矿体勘查的准确性, 从而建立地质-地球化学-地球物理综合高效的矿产勘查标志体系。近些年来, 蚀变矿物地球化学特征引起了研究者的关注, 研究发现蚀变矿物的地球化学特征不仅能反映成矿温压条件, 而且对找矿能提供新的思路。在年轻斑岩系统中, 典型蚀变矿物绿帘石和绿泥石可作为指示斑岩体(热源)方向的重要矿物, 绿帘石中 Cu、Mo、Au 和 Sn 在钾化带附近含量最高, 而 As、Sb、Pb、Zn 和 Mn 在远离矿体 1.5 km 处含量更高(Cooke et al., 2014), 绿泥石中 Ti 含量受温度控制, 在靠近矿体附近有更高的含量(Wilkinson et al., 2015)。这些发现无疑为年轻斑岩系统的提供了新的技术支持。然而, 目前所报道的研究实例基本都是年轻的斑岩系统, 那么对于古老斑岩系统(如新疆的土屋斑岩铜矿)这些规律是否适用还存在疑问。

东天山位于中亚造山带南缘, 是中国重要的铜、镍、金、铁、铅、锌和钼等大型矿床聚集区(王京彬等, 2006)。土屋斑岩铜矿位于新疆大南湖-头苏泉岛弧带, 已探明铜资源储量达到 70 万吨, 铜平均品位为 0.46%, 并伴生有金、钼和银等。矿区发育近东西向、北西向和北东向断裂, 出露的地层主要为石炭系企鹅山群、侏罗系西山窑组以及第四系。矿区侵入体发育, 地表出露的有斜长花岗岩、闪长岩和石英斑岩。根据野外和镜下观察, 土屋斑岩铜矿成矿期次可以划分为斑岩成矿期、叠加改造期和表生期, 斑岩成矿期又可以划分为钾化、青磐岩化和绢英岩化三个阶段。绿泥石在土屋斑岩铜矿青磐岩化和叠加改造阶段都广泛发育。

本次研究对于土屋斑岩铜矿青磐岩化和叠加改造两个阶段的绿泥石做了电子探针和 LA-ICP-MS 成分分析。电子探针分析表明青磐岩化阶段的绿泥石(Chl-1):  $\text{SiO}_2 = 25.1\text{wt}\% \sim 32.0\text{wt}\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 13.7\text{wt}\% \sim 22.4\text{wt}\%$ ,  $\text{FeO} = 2.9\text{wt}\% \sim 24.3\text{wt}\%$ ,  $\text{MgO} = 16.0\text{wt}\% \sim 33.2\text{wt}\%$ ,  $\text{Fe}/(\text{Fe} + \text{Mg})$  比值为 0.05~0.43。与青磐岩化阶段绿泥石比较, 土屋斑岩铜矿叠加改造阶段的绿泥石(Chl-2)显示较低的  $\text{SiO}_2$  (23.6wt%~29.2wt%) 和  $\text{MgO}$  (9.8wt%~25.6wt%), 以及较高的  $\text{FeO}$  (13.5wt%~33.3wt%)、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  (16.5wt%~22.7wt%) 和  $\text{Fe}/(\text{Fe} + \text{Mg})$  比值(0.23~0.66)。在绿泥石分类图解中(Deer et al., 1962), Chl-1 主要落在密绿泥石区域, 而 Chl-2 主要落在蠕绿泥石(铁绿泥石)和密绿泥石区域。采用(Cathelineau, 1988)的研究成果进行绿泥石温度计算, 青磐岩化阶段绿泥石的形成温度范围为 196~384°C, 峰值在 300°C 左右, 而叠加改造阶段绿泥石的形成温度范围为 271~413°C, 峰值在 330°C 左右, 二者存在明显区别。LA-ICP-MS 成分分析表明, 相对于 Chl-2, Chl-1 有更高的 B、Cr、Co、Ni 和 Sn。土屋斑岩铜矿青磐岩化阶段的绿泥石与 Batu Hijau 斑岩系统中青磐岩化蚀变相关的绿泥石有着相似的地球化学元素组成, 这与二者都与斑岩系统中的青磐岩化蚀变相关一致。然而, 土屋斑岩铜矿叠加改造阶段的绿泥石显示了更高的 Fe 和 Al, 而较低的 Mg 和 K, 与 Batu Hijau 明显不同, 而与澳大利亚元古代区域变质地层中变质绿泥石相似。微量元素空间变化规律分析表明, 在距离矿体 1.2 km 范围内, 越远离矿体, 青磐岩化阶段绿泥石的形成温度、Sc、V、Ti 和 Ga 含量越低, 而 Li、Sr、Mn 和 Zn 含量越高, 这些规律与年轻斑岩系统一致。

这些初步的研究结果表明, 古老斑岩系统里面的绿泥石的地球化学特征可能不仅能够指示绿泥石形成环境, 而且可用于古老斑岩矿床的勘查工作。

**基金项目:** 国家重点基础研究计划“973”项目(批准号: 2014CB440802)

**作者简介:** 肖兵, 男, 1988 年生, 博士, 主要从事斑岩铜矿相关的岩石学、矿床学、矿物学研究。

\* 通讯作者, E-mail: huayongchen@gig.ac.cn